

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-016591

(43)Date of publication of application : 22.01.1999

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

H01M 8/10

(21)Application number : 09-170708

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.06.1997

(72)Inventor : GYOTEN HISAAKI
HADO KAZUHITO
NIKURA JUNJI
YASUMOTO EIICHI

(54) SOLID POLYMER TYPE FUEL CELL, SOLID POLYMER TYPE FUEL CELL SYSTEM, AND ELECTRICAL MACHINERY AND APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid polymer fuel cell and a cell system capable of attaining highly efficient cell performance in supply of relatively low pressure and small volume of gas, and capable of keeping high efficiency for a cell system.

SOLUTION: A gas supplying passage 12 engraved in a collector separator 5 is separated from a gas discharging passage 13, and all the gases of the gas supplying passage 12 are discharged to the gas discharging passage 13 after passed through an electrode layer and a catalyst layer. Since water drops in vicinity of the catalyst layer and unnecessary gas such as nitrogen are forcibly discharged, supplying of high pressure and high speed of gas is not required.

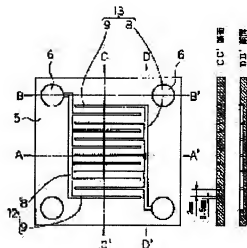


図 1 正面図

図 2 側面図

特開平11-16591

(43) 公開日 平成11年(1999)1月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02
8/10H 0 1 M 8/02
8/10

R

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-170708

(71) 出願人 000005821

(22) 出願日 平成9年(1997)6月26日

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地(72) 発明者 行天 久朗
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内(72) 発明者 羽藤 一仁
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内(72) 発明者 新倉 順二
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松田 正道

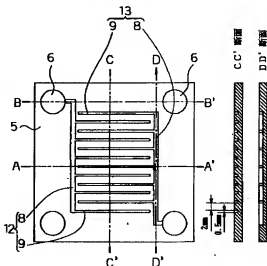
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池、固体高分子型燃料電池システム及び電気機器

(57) 【要約】

【課題】 これまでのガス流路では生成水を排出し、電池性能を高く維持するために高速、高圧でガスを送る必要があり、送風機の負荷が大きくなっていた。また、ガス流路の下流に行くにつれて二酸化炭素や水蒸気などの濃度が高くなり、耐久性が低下していた。

【解決手段】 集電体セパレータ5に刻んだガス供給用流路12とガス排出用流路13を分離し、ガス供給用流路12の全てのガスが電極層や触媒層をくぐり抜けてガス排出用ガス流路13へ排出される構造とする。触媒層近傍の水滴や窒素などの不要ガスが強制的に排出されるので高圧・高速のガスを送風する必要がなくなる。



AA' 断面

BB' 断面

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】高分子電解質膜と、前記高分子電解質膜の両面に触媒層を挟んでそれぞれ対向して配された、導電性と通気性を兼ね備えた一对の電極層と、前記電極層にガスを供給し、あるいは電極層からガスを排出するためのガス流路が形成された導電性の集電体とを備え、前記ガス流路を構成するガス供給用のガス流路部とガス排出用のガス流路部とが前記集電体上で分離し互いにつながっていないことを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項2】前記ガス供給用のガス流路部及び前記ガス排出用のガス流路部はそれぞれ櫛形形状をしており、互いにかみ合うように前記集電体上に形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項3】前記ガス供給用のガス流路部及び前記ガス排出用のガス流路部はそれぞれ、分岐点を持たない一本のガス流路を構成しており、さらに、それらの供給用ガス流路部とガス排出用ガス流路部とは互いに接近して対向しながら蛇行、湾曲、あるいは渦巻状に形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池。

【請求項4】請求項1～3のいずれかの固体高分子型燃料電池と、前記ガス流路のガスを送風するためのガス送風機とを備えたことを特徴とする固体高分子型燃料電池システム。

【請求項5】請求項1～3のいずれかに記載の固体高分子型燃料電池を電源として利用可能に構成されたことを特徴とする電気機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ポータブル電源や電気自動車用電源、あるいは家庭内電源システムとして利用可能な常温作動の燃料電池に関するものである。

【0002】

【従来の技術】常温作動の固体高分子型燃料電池は、水素などの燃料ガスを酸素と電気化学的に反応させ、電気と熱とを同時に供給するものであり、その心臓部は従来図11に示すように、スルホン基を含んだフッ素樹脂よりなる高分子電解質膜1を挟持する形で白金系の金属触媒を担持したカーボン粉末を主成分とする触媒層2、ガス通気性と導電性を兼ね備えた電極層3で構成されている。さらに電極層3の外側には触媒層2へのガス供給をなうガス流路4、これらの電極・電解質を機械的に固定すると同時にマニホールド孔6を通じて供給ガスを各電池に分配し、隣接する電池と電氣的に直列に接続している集電体セパレータ5、を電池基本構成単位としている。

【0003】集電体セパレータ5は気密性と導電性、耐食性が必要で、一般にカーボン材料がよく用いられている。集電体セパレータ5の電極3との接触面に形成され

2

るガス流路にはいろいろなタイプがある。図12に示すように、マニホールド孔6を比較的大きく取り、ガス供給側マニホールドからガス排出側マニホールドへ直線流路を多数形成したタイプ、図13の1本～数本の細いガス流路を蛇行させたタイプ、あるいはこれらの中間タイプなどである。

【0004】これら従来タイプのいずれのガス流路も基本構成としては、ガス供給側マニホールドからガス排出側マニホールドへつながったガス流路が形成されている。また、ガス流路を形成するセパレータ部が部品としては別々に構成されている電池もある。

【0005】一对の電極層のうち、一方には水素などの燃料ガスが供給され、他方には酸化剤ガスが供給される。燃料ガスとして水素を、酸化剤ガスとして酸素を用いた場合について説明すると、ガス流路4によって供給された水素ガスは水素ガス供給側の電極、すなわちアノード表面を通過中に電極層3に取り込まれ、電極層3内部を拡散しながら触媒層2に到達する。電極層3に取り込まなかった水素ガスはそのままガス流路4を通過してドレインガスとして排出される。触媒層2では水素ガスと高分子電解質1が共存する領域で電気化学反応が生じられ、水素イオンとなって高分子電解質膜中に取り込まれる。一方、酸素ガス供給側の電極層3、すなわちカソード側でも同様に酸素ガスはカソード表面を通過中に電極層3に取り込まれ、電極層3内部を拡散しながらカソード側の触媒層2に到達する。同じく電極層2に取り込まなかった酸素ガスはそのままガス流路4を通過してドレインガスとして排出される。カソード側の触媒層2では電解質膜1を通過してアノード側から供給された水素イオンと酸素が反応し水蒸気となる。その間、電子は外部負荷を通過してアノードからカソードへ移動することになり、電力として出力できる。また、このような電気化学的反応では水素・酸素の化学的エネルギーの一部は熱となって電池内で発熱し、冷却水を温水に変えるなど熱エネルギーとして利用できる。

【0006】この固体高分子型燃料電池は、通常室温から90℃ぐらいまでの温度で動作させるのでカソード側の触媒層2で電気化学反応の結果生成した水蒸気の多くは水となって触媒層2近傍に結露する。この結露水が触媒層2近傍に停滞すると、反応部位である触媒層2に酸素が届かなくなり電池性能が低下する。一方アノード側では電気化学反応の結果としての水は生成しないが、カソード側で生成した水が高分子電解質膜を逆流透してきたり、電解質膜を乾燥させないためにアノードガス中に混入させている水蒸気が結露し、触媒層2に滞留すると水素が反応部位に供給されなくなるので同様に電池性能が低下する。この結露水の滞留による電池性能の低下傾向は、酸化剤ガスとして酸素濃度が薄い空気を用いる場合は一層顕著である。

【0007】また、生成結露水の停滞による電池性能の低下の他にも、燃料ガスとしてメタノールやメタンなどの燃料を改質して用いた場合や酸化剤ガスとして空気をを用いた場合には、反応に関与する水素、酸素の他に二酸化炭素と窒素がそれぞれ混在するので、電極反応が進行し水素や酸素の濃度が低くなったガスは触媒層近傍から速やかに除去してやらなければ電池性能が低下する。

【0008】そこで従来、触媒層や電極層を撥水処理したり、ガス流路を流れるガス流速を大きくすることによって、余分な生成結露水や二酸化炭素、あるいは窒素を速やかに排除し、反応部位である触媒層を良好に維持する努力が積み重ねられてきた。

【0009】また、メタンやメタノールなどの改質ガスを燃料ガスとして用いると、長期間にわたる電池運転中に、同じアノード面より二酸化炭素被毒によって性能が低下する領域が生じて全体として電池性能が低下することが近年見出された。改質ガスである燃料ガス中に痕跡量含まれる二酸化炭素の濃度が、触媒層での水素の消費によってアノード側ガス流路の下流は高くなる。その結果、下流域の触媒表面への二酸化炭素の被毒によって触媒層の反応性が低くなるとその部分の温度がそうでない部分の温度より低くなると考えられる。二酸化炭素の被毒の温度が低いほど起こりやすいのでアノード側ガス流路の下流では二酸化炭素の被毒が加速され、全体としての電池性能が低下する。この燃料ガス中の二酸化炭素濃度の濃縮の他にも、反応ガスである水素や酸素の濃度が、反応によるガス消費によってガス流路の下流ほど低くなることに起因する性能低下要因がある。すなわちガス流路の下流部において反応ガスの濃度が低下し反応性が低くなると上流部に比べて温度が低くなる。固体高分子型燃料電池の場合には電池内で温度差が生じると、より高温の部分では高分子電解質が乾燥気味となって導電率が低下し、逆により低温の部分では水蒸気が結露・滞留しやすくなる。そのため電池全体が均一な温度にあって、水蒸気の凝縮と排除のバランスが良好に維持されている電池と比べると高性能は期待できない。そこで、マニホールド方式や冷却水流路の改善によってアノード面内の温度ができるだけ均一になるような工夫が施されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した撥水処理による結露水の排気性を高める試みは効果が限られており、長時間の電池運転中には撥水性の低下によって電池性能が低下していた。また、集電体セパレータに刻んだガス流路を流れるガス流速を大きくするためには、ガス流路の断面積を小さくして圧損を大きくするか、逆に圧損は比較的低く抑え大量の加温ガスを送り込まなければならないが、そうするとブローアやコンプレッサなどの送風機の負荷が大きくなって、固体高分子型燃料電池の全体システムとしてはエネルギー効率が低

下していた。さらに電池の運転条件、たとえば高電流密度時の生成水が大量に発生するときや、ガス流量を絞ったときには結露水の除去が困難で、より一層電池性能が低下していた。

【0011】また、冷却水流路やマニホールド方式、及び集電体セパレータガス流路の従来のような改善によって、二酸化炭素の被毒を抑制したり電池内温度の均一化を図る方法には限界があって高性能を長期間維持できなかった。

【0012】本発明は、従来のこのような課題を考慮し、比較的低圧、小容量のガス供給で高効率の電池性能がえられ、電池システムとしても高効率が維持できる固体高分子燃料電池、並びに電池システムの提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、水素イオン伝導性の高分子電解質膜と、前記高分子電解質膜の両面に触媒反応層を挟んでそれぞれ対向して配された、導電性と通気性を兼ね備えた一対の電極層と、前記電極層にガスを供給し、あるいは触媒層からガスを排出するためのガス流路が形成された導電性の集電体とを備え、前記ガス流路を構成するガス供給用のガス流路部とガス排出用のガス流路部とが前記集電体上で分離された構成になっていることを特徴とする固体高分子型燃料電池である。

【0014】本発明では、水蒸気や水滴、および供給ガス中の混入物である二酸化炭素や窒素の、触媒層近傍における排除を効率的に行うため、集電体上に形成するガス供給用のガス流路とガス排出用のガス流路を分離し、供給用ガス流路に沿って電極部に供給されたガスの全てが、通気性を有する電極層にいったん送り込まれて電極反応に寄与した後、排出用ガス流路に湧出される構造となっている。

【0015】また、このガスの流れを低圧損で、電極部分全体に効果的に導くためにガス供給用の樹形状ガス流路と、ガス排出用の樹形状ガス流路が互いにかみ合うように集電体上に構成している。

【0016】さらに、一本のガス供給用ガス流路と対向するもう一本のガス排出用ガス流路とを一對にして蛇行もしくは湾曲させて集電体上に構成している。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0018】本発明で実施した固体高分子型燃料電池は、集電体セパレータ以外の構成要素の形状は図1で示した従来電池とほぼ同じなので、ここではまず作製法を中心に図1を用いて説明する。

【0019】粒径数ミクロン以下のカーボン粉末に塩化白金酸水溶液の還元処理によって白金触媒を担持した。白金の担持量はカーボンに対して重量比で1:1であった。この白金担持のカーボン粉末と固体高分子電解質の

アルコール溶液を有機溶媒中に分散し触媒層スラリーを作成した。電極層となる厚さ250ミクロンのカーボン不織布は、撥水処理を施すためフッ素系撥水剤のエマルジョン液（ダイキン製ND1）に浸し、乾燥後400℃で熱処理した。

【0020】この撥水処理をしたカーボン不織布を2枚用意し、それぞれの片面に白金担持のカーボン粉末を含む触媒層スラリーを均一に塗布し、厚さ50ミクロンの高分子電解質膜1を挟み込むようにスラリー面を内側にするようにして接合し乾燥させた。この電極の大きさは5cm角とし、一回り大きい8cm角の高分子電解質の中央に配置した。この電極・電解質接合体では高分子電解質膜の両面に触媒層2が数十〜百ミクロンの厚みで形成され、その上の電極層3と接合していることが確認できた。

《実施例1》気密性を有する厚さ4mmのカーボン板の両面に、切削加工によって図1に示したようなガス流路を形成した。ガス供給用の櫛形ガス流路12とガス排出用の櫛形ガス流路13は分離し、隣り合う流路と流路の間隔が2mmとなるように互いにかみ合わせて配置した。溝の深さは1.5mmとし、溝幅はかみ合わせ部では0.5mm、幹部では2mmとした。溝の内部はフッ素系撥水剤のエマルジョン液（ダイキン製ND1）を塗布し、乾燥後400℃で熱処理することによって撥水性を付与した。この櫛形状流路を刻んだカーボン板を集電体セパレータとして、電極・高分子電解質膜の接合体を挟み込んで電池を構成した。このとき集電体セパレータ板5と高分子電解質膜との間の電気絶縁性のシール材料7にはフッ素系樹脂を用いた。電池特性の評価にはこのような単セルの電池を3個積層し、冷却板をかねた端板で加圧（10kgf/cm²）保持した。燃料ガスとしては純水素を、酸化剤ガスとしては空気を用いた。また、それぞれのガス供給部には温調装置と加湿装置とを設け、供給ガスの温度は基本的に電池温度（70℃）と同じに設定し、湿度については供給ガスの露点温度を電池温度より、15℃〜35℃低くして用いた。

【0021】電池特性試験では、まず最初に水素ガスの利用率を70%と一定し、空気の酸素利用率を20%として電流電圧特性を調べた。その後、酸素ガス利用率を50%まで上げて測定した。つぎに酸素ガス利用率を20%に固定し、水素利用率を70%から95%まで変化させて電池特性を測定した。図2には酸素ガスの利用率を変化させたときの電流電圧特性を表し、図3には水素ガスの利用率を変えたときの電流電圧特性を表した。いずれの条件においても従来電池と比較して高い性能がえられたが、性能改善の傾向はガスの利用率が高いほど、すなわち通ずるガスが小流量の時ほど顕著であった。とくに、空気の流量を絞って酸素ガスの利用率を高くしたときには本発明の効果が著しく、従来電池ではほとんど出力がとれない酸素ガス利用率が50%のときに

も比較的高い性能がえられた。

【0022】この実施例のガス流路を有する電池では、供給されたガスは図1の供給側12のガス流路の幹部8を経てかみ合わせ部9に分配される。触媒層とガス流路の間に構成されている電極層は通気性があるので、ガス供給側のガス流路に到達したガスは電極層に強制的に送り込まれ、触媒層で電極反応する。電極反応の結果、触媒層で生成した水蒸気や水滴、あるいは反応を阻害する二酸化炭素や窒素は強制的にガス排出側13のかみ合わせ部のガス流路9に押し出される。これらの排出ガスは水滴や二酸化炭素、窒素を多く含んだ、いわゆるドレインガスとして排出用ガス流路の幹部8をわけて排出される。

【0023】このようなガスフロー及び反応メカニズムを、空気側を例にとって図4に表した。図12、13の従来のガス流路構成の電池では、図5のように供給ガスの主流10は電極層3の表面を通過し、触媒層2へのガスの供給や、窒素など不要ガスの触媒層2からの排出は、電極層3内でのガス拡散、もしくは電極層3内に誘起される微少なガス流によってなされると考えられる。また、電極層3内の余分な水滴11をガス流路へ排出するための力は、電極層3内の微少なガス流が作る非常にわずかなものであると思われる。

【0024】一方、本発明の電池では図4のように供給ガスの主流10が、反応部位である触媒層2近傍を流れるので、触媒層2への酸素の供給や、窒素の排出がスムーズに行われる。また、生成した水滴を排出するための力も大きいと考えられる。さらに、触媒層2への酸素の溶解速度は接触しているガスの流速が大きいほど大きくなると思われるので電池性能の改善につながる。

【0025】また、電池の初期性能の経時変化についても従来電池と比較して追跡した。図6に示すように、従来のガス流路構成の電池では時間と共に性能がかなり低下したのに対し、本発明の電池では性能の低下を抑制することができた。これは本発明の電池においては、触媒層2近傍の生成結露水が強制的に排除される構造であるので、電極層3や触媒層2における撥水性の低下の性能に与える影響があまり大きくないためと考えられる。さらに、本発明のガス流路を有する燃料電池では電極面内全域においてガス組成に変化が小さく、従来のようなガス組成の変化に基づく温度分布や、それと関連した電解質膜の乾燥や濡れすぎが発生しにくいということが重要である。

【0026】つぎに、メタンなどの炭化水素燃料を水素に改質して燃料ガスとして用いた時の一酸化炭素濃縮による一酸化炭素爆発の影響を調べ、一酸化炭素が10ppm混入した改質模擬ガス（H₂:80%, CO₂:20%）を用いた実験を行った。水素ガスの利用率は90%、空気中の酸素利用率は20%とした。その他の実験条件はこれまでと同じに図7は300mA

で電流を取り続けたときの電池電圧の変化を表している。図12、13のようなガス流路を有する従来電池では徐々に電池性能が劣化し、2000時間後には初期と比べて出力特性が約100mV低下した。一方、本発明のガス流路を有する燃料電池では2000時間後も約30mVの低下に止まった。試験電池内に構成した熱電対による温度測定によれば従来電池では2100時間後、ガス排出部付近はガス供給部付近より約10℃温度が低くなっていた。

【0027】本発明の電池ではこのような現象は認められなかった。燃料ガスに含まれる一酸化炭素の濃度が主として隣接するガス供給側流路とガス排出側流路の間の2mmで発生するため、2mmの下流側で一酸化炭素被毒が発生しても温度差が付きにくく、局所の低温化による被毒の加速が行われないからと考えられる。

【0028】これらの実験のうち電流密度300mA/cm²、酸素利用率20%の場合、必要な空気供給量は約0.7リットル/分であり、電池での圧力損失は0.086kgf/cm²であったが、燃料電池システムとしての効率向上を考えると圧力損失をできるだけ抑制したい。そこで図8のように同じ櫛形流路で供給側ガス流路と排気側ガス流路の間隔が1mmとなるような集電体セパレータを設計し、電池試験を行った。電流電圧特性やその経時変化は流路の間隔が2mmの場合とあまり変わらなかったが、電池でのガスの圧力損失は同じ0.7リットル/分の空気供給量の時に約0.03kgf/cm²であり、大幅に低減できた。

【0029】本発明にかかる燃料電池システムの実施の形態としては、この図8に表した櫛形セパレータを用いた5kWの固体高分子型燃料電池、水素ガス供給装置として金属水素化物ボンベ、空気供給装置として入力1kWのプロアー、さらには直交流変換装置を基本構成とした。なお、図11のようなガス流路を有する従来電池ではガス供給の圧力損失が大きく(従来は0.2~0.5kgf/cm²)、5kWの燃料電池システムを構成するためには2~3kWのコンプレッサーや特殊なプロアーが必要であった。

《実施例2》図1に示した本発明の実施例1の他のタイプ
のガス流路も検討し、図9、図10のガス流路を有する集電体セパレータを試作し、同様に電池試験を行った。燃料電池の他の構成要素、及びは電池試験条件は実施例1と同じであった。図9、図10では供給側のガス流路と排出側のガス流路はそれぞれ分岐のない1本の流路溝からなり、互いに一定の間隔で対向している。図9では蛇行湾曲し、図10では渦巻き状になって電極層3と接する面を形成している。この流路構造でも供給用ガス流路から供給されたガスは、電極層3に強制的に送り込まれ電極反応の後、対向する排出用ガス流路に押し出される。さらに、電極層3のどの部分をガスが通っても圧力損失が等しいので電極層3全域により均一に流すこ

とができる。実際の電池試験の結果でも、櫛形ガス流路と比べてこのタイプのガス流路を有する電池の性能は高かった。しかしながら、同じガス流量の時でも圧力損失は櫛形流路より若干高かった。ガス流路が長くなったためと考えられるが、より高圧用の給気プロアーを用いるなど、燃料電池システムとして最適化を図ることによって有用性がさらに高まる。

【0030】なお、本発明における、供給側のガス流路部と排出側のガス流路部の形状、関係は上記実施の形態で説明した例に限らず、他の形状、関係であってもよいことはいままでもなく、要するに互いに分離されていさえすればよい。

【0031】また、本発明にかかる電池は、ノートパソコン、携帯用端末、屋外電源、照明用電源など多くの電気機器に適用可能である。

【0032】

【発明の効果】以上のように本発明では、比較的低下、小容量のガス供給で高効率の電池性能がえられるので、電池システムとしても高効率が維持できる。

【0033】さらに、電解質膜の濡れすぎ、乾きすぎを防ぐ効果や、一酸化炭素被毒の抑制によって固体高分子燃料電池、並びに電池システムの耐久性も高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる一実施の形態における櫛形ガス流路の平面図と断面図

【図2】電流電圧特性の酸素利用率依存性を表す図

【図3】電流電圧特性の水素利用率依存性を表す図

【図4】本発明にかかる一実施の形態におけるガス流路によるガスフローを表した断面図

【図5】従来のガス流路のガスフローを表した断面図

【図6】本発明にかかる一実施の形態の燃料電池の初期性能の経時変化を表した図

【図7】本発明にかかる一実施の形態の燃料電池の一酸化炭素被毒に対する耐久性を表した図

【図8】本発明にかかる一実施の形態のガス流路の間隔が1mmのガス流路の平面図

【図9】本発明にかかる一実施の形態の別のタイプのガス流路の平面図

【図10】本発明にかかる一実施の形態の別のタイプのガス流路の平面図

【図11】従来の固体高分子型燃料電池の断面図

【図12】従来のガス流路の平面図

【図13】従来の別のタイプのガス流路の平面図

【符号の説明】

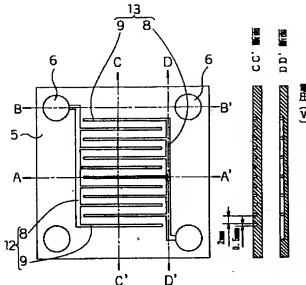
- 1 高分子電解質膜
- 2 触媒層
- 3 電極層
- 4 ガス流路
- 5 集電体セパレータ
- 6 マニホールド孔

- 7 シール材料
8 ガス流路の幹部
9 ガス流路のかみ合わせ部
10 ガスの主流

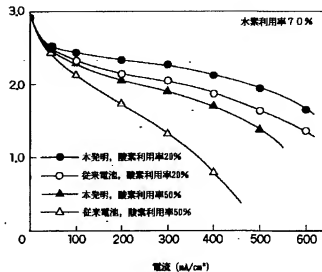
- * 11 水滴
12 ガス供給用櫛形流路
13 ガス排出用櫛形流路

*

【図1】



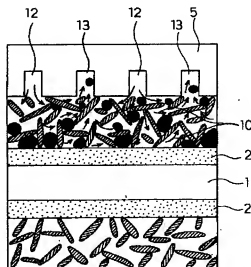
【図2】



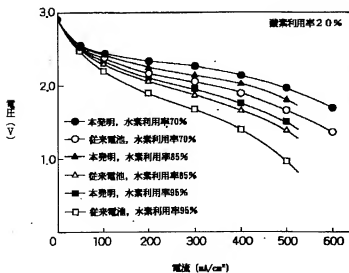
AA' 断面

BB' 断面

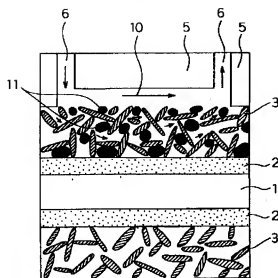
【図4】



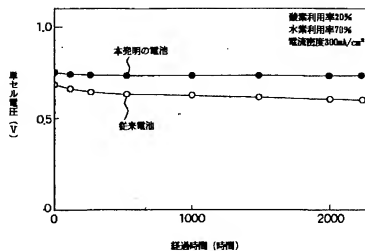
【図3】



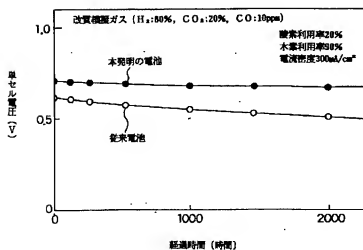
【図5】



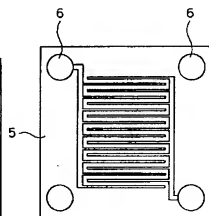
【図6】



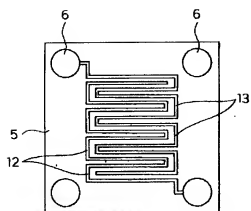
【図7】



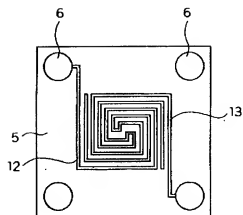
【図8】



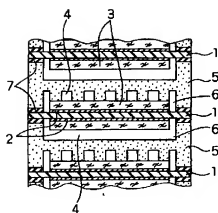
【図9】



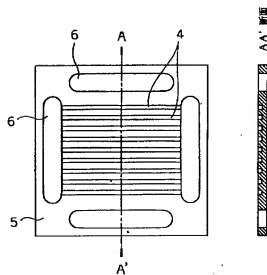
【図10】



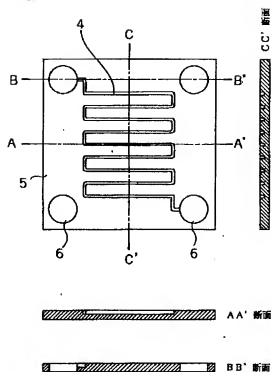
【図11】



【図12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 安本 栄一
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
 産業株式会社内